



СИЛАБУС
з дисципліни

Енергозбереження в електричних системах

Семестр та рік навчання II семестр 2021-2022 навчального року
Освітній рівень (перший або другий) другий

Галузь знань 14 Електрична інженерія

Категорія дисципліни – вільного вибору

Шифр та назва спеціальності 144 Енергетичний менеджмент

Лекції та практичні заняття відповідно до розкладу <http://rasp.kart.edu.ua>

Команда викладачів:

Лектор:

Василенко Олег Вадиович (доцент, к.т.н.),

Контакти: +38 (057) 730-10-78, e-mail, vasilenko@kart.edu.ua

Асистенти лектора:

Онищенко Андрій Володимирович (асистент) Контакти:

+ 38 (057) 730-10-78, e-mail: andyboss15@gmail.com,

onyshchenko@kart.edu.ua

Години прийому та консультації: понеділок та середа з 13.00-15.00

Розміщення кафедри: Місто Харків, майдан Фейербаха, 7, 2 корпус, 4 поверх, ЛТТ44 аудиторія.

Веб сторінка курсу: <http://do.kart.edu.ua/>

Додаткові інформаційні матеріали: <http://metod.kart.edu.ua>

Зростання втрат енергії в електричних мережах визначається об'єктивними закономірностями розвитку енергетики в цілому. Основними з них є: тенденція до концентрації виробництва електроенергії на великих електростанціях; безперервне зростання навантажень електричних мереж, пов'язане з зростанням навантажень споживачів і відставанням темпів приросту пропускної здатності мережі від темпів приросту споживання електроенергії і генеруючих потужностей.

Різка загострення проблеми втрат електроенергії в електричних мережах вимагає активного пошуку нових шляхів її вирішення, нових підходів до вибору відповідних заходів, головне, до організації роботи із зниження втрат. Відомо, що нерівномірність графіка навантаження здійснює істотний вплив на рівень втрат електроенергії.

Втрати електричної енергії характерні для всіх систем розподілу електричної енергії.

Правильне проектування та експлуатація електричних систем дозволяють не тільки звести їх до мінімуму, а й забезпечити зниження витрат на електроенергію.

Курс має на меті сформувати та розвинути наступні компетентності студентів:

1. Інтегральну компетентність (Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у енергетичній галузі в області енергетичного менеджменту та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог);

Загальну компетентність

ЗК 01 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК 02 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК 03 Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми

ЗК 04 Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності)

ЗК 05 Здатність діяти соціально відповідально та свідомо

2. Фахову компетентність

ФК 01 Здатність застосовувати та удосконалювати математичні та комп'ютерні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання складних інженерних задач в теплоенергетиці

ФК 02 Здатність аналізувати та комплексно інтегрувати сучасні знання з природничих, інженерних, суспільно-економічних та інших наук для розв'язання складних задач і проблем теплоенергетики

ФК 05 Здатність розробляти, реалізовувати, впроваджувати і супроводжувати проекти з урахуванням всіх аспектів проблеми, яка вирішується, включаючи етапи проектування, виробництва, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації теплоенергетичного обладнання

ФК 06 Здатність приймати рішення щодо матеріалів, обладнання, процесів в теплоенергетиці з урахуванням їх властивостей та характеристик

ФК 07 Здатність здійснювати інноваційну діяльність в теплоенергетиці

3. Результатами навчання

РН 01. Аналізувати, застосовувати та створювати складні інженерні технології, процеси, системи і обладнання відповідно до обраного напрямку теплоенергетики.

РН 02. Аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи розв'язання складних задач теплоенергетики.

РН 03. Розробляти і реалізовувати проекти у сфері теплоенергетики з урахуванням цілей, прогнозів, обмежень та ризиків і беручи до уваги технологічні, законодавчі, соціальні, економічні, екологічні та інші аспекти.

РН 04. Відшуковувати необхідну інформацію з різних джерел, оцінювати, обробляти та аналізувати цю інформацію.

РН 06. Приймати ефективні рішення, використовуючи сучасні методи та інструменти порівняння альтернатив, оцінювання ризиків та прогнозування.

PH 07. Знати, розуміти і застосовувати у практичній діяльності ключові концепції, сучасні знання та кращі практики в теплоенергетичній галузі, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

PH 08. Обґрунтовувати вибір та застосовування матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів з урахуванням їх характеристик і властивостей, вимог до кінцевого продукту, а також нетехнічних аспектів.

PH 12. Доносити зрозуміло і недвозначно власні висновки з проблем теплоенергетики, а також знання та пояснення, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців.

PH 14. Планувати і реалізовувати заходи з підвищення енергоефективності теплоенергетичних об'єктів і систем з урахуванням наявних обмежень, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетиці, оцінювати ефективність таких заходів.

PH 15. Розуміння професійних і етичних стандартів діяльності, застосування їх під час діяльності у сфері теплоенергетики.

PH 16. Аналізувати і оцінювати проблеми теплоенергетики, пов'язані із розвитком нових технологій, науки, суспільства та економіки.

PH 17. Ефективно співпрацювати з колегами, беручи відповідальність за певний напрям і свій внесок до спільних результатів діяльності, а також власний розвиток і розвиток колективу.

Чому ви маєте обрати цей курс?

У всьому світі, питання енергозбереження стає дедалі актуальнішим. Це не лише економічна вигода для споживачів та зменшення навантаження на електричні мережі, а також, що надзвичайно важливо, збереження довкілля для наших нащадків.

Енергозбереження передбачає не відмову від благ цивілізації чи обмеження власних потреб, а шлях раціонального використання енергоресурсів, отримання більшого обсягу корисної роботи електроприладів за рахунок тієї ж кількості електроенергії.

Команда викладачів і ваші колеги будуть готові надати будь-яку допомогу з деякими з найбільш складних аспектів курсу по електронній пошті, на форумі і особисто - у робочий час.

Огляд курсу

Цей курс вивчається протягом одного семестру. В семестрі одна лекція на тиждень і одне практичне заняття раз на тиждень. Курс супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями та груповими завданнями. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень в аудиторії. В рамках курсу на практичних заняттях студенти проводять розрахунки показників ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів, втрат електроенергії.

Курс складається з двох модулів, метою вивчення яких є опанування методами зниження використання електричної енергії теплосиловими установками та тепло споживаючим обладнанням на залізничному транспорті.

Теми курсу

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. Державна політика енергозбереження.

Аналіз споживання паливно-енергетичних ресурсів в Україні і на залізничному

транспорті за останні роки. Поняття енергетичної безпеки Державна політика енергозбереження. Головні законодавчі та нормативні правові акти у сфері енергозбереження. Основні принципи Закону України про енергозбереження. Нормування витрати теплової енергії та електроенергії на обігрів і вентиляцію будівель і кондиціонування повітря.

Змістовий модуль 2. Показники ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів

Питомі витрати. Коефіцієнт корисної дії. Коефіцієнт реактивної потужності ($\cos \varphi$ або $\operatorname{tg} \varphi$). Характеристики графіка активного навантаження. Енергетична складова у собівартості продукції. Завантаження устаткування. Енергоємність продукції, що випускається. Оцінка ефективності енергозбереження

Змістовий модуль 3. Енергетичний баланс

Складання енергетичного балансу регіону. Баланс електричної енергії. Енергобаланси промислових і енергетичних підприємств. Види Електробаланс. Структура частин Електробаланс. Цехові і зведені Електробаланс. Цехові Електробаланс. Общезаводской Електробаланс і його аналіз.

Модуль 2.

Змістовий модуль 4. Методи визначення втрат електроенергії

Розрахунок за графіком навантаження гілки. Розрахунок за часом найбільших втрат. Розрахунок за методом двох τ (τ_{\max} и τ_{\min}). метод середніх навантажень. Метод характерних режимів. Метод характерних діб. Метод з поданням навантажень числовими характеристиками випадкового процесу. Регресивні методи розрахунку

Змістовий модуль 5. Комплекс заходів з енергозбереження. Енергетична паспортизація споживачів паливно-енергетичних ресурсів. стимулювання енергозбереження

Змістовий модуль 6. Якість електроенергії

Контроль якості електроенергії. Види контролю якості електричної енергії. Нормально і гранично допустимі значення усталеного відхилення напруги. Нормально і гранично допустимі значення коефіцієнта спотворення синусоїдальності кривої напруги. Нормально і гранично допустимі значення коефіцієнта n-й гармонійної складової напруги. Нормально і гранично допустимі значення коефіцієнта несиметрії напруг за зворотною послідовністю. Нормально і гранично допустимі значення коефіцієнта несиметрії напруг за нульовою послідовністю. Гранично допустиме значення провалу напруги. Форми представлення результатів контролю. Тривалість і періодичність контролю ПKE. Вибір пунктів контролю показників якості електроенергії. Прилади контролю якості електричної енергії. Вплив показників якості електроенергії на роботу електроспоживачів. Взаємини споживачів і енергопостачальних організацій в області забезпечення показників якості електричної енергії. Управління якістю електричної енергії

Тематично-календарний план

А. План лекцій, практичних і лабораторних занять

Тиждень	Кільк. годин	Тема лекції	Кільк. годин	Тема лабораторних, практичних семінарських занять

1	2	Вступ. Мета та завдання дисципліни. Види та обсяги занять. Аналіз споживання паливно-енергетичних ресурсів в Україні	пз	Нормування витрат електроенергії на підприємствах
3	2	Питомі витрати. Коефіцієнт корисної дії. Коефіцієнт реактивної потужності ($\cos \varphi$ або $\tg \varphi$). Характеристики графіка активного навантаження.		
5	2	Енергетична складова у собівартості продукції. Завантаження устаткування. Енергоємність продукції, що випускається. Оцінка ефективності енергозбереження	пз	Енергозберігаючі технології в процесі функціонування підприємств
7	2	Енергетичний баланс Складання енергетичного балансу регіону. Баланс електричної енергії. Енергобаланси промислових і енергетичних підприємств. Види Електробаланс. Структура частин Електробаланс. Цехові і зведені Електробаланс. Цехові Електробаланс. Общезаводской Електробаланс і його аналіз.		
9	2	Методи визначення втрат електроенергії Розрахунок за графіком навантаження гілки. Розрахунок за часом найбільших втрат. Розрахунок за методом двох τ (τ_{max} и τ_{min}). метод середніх навантажень. Метод характерних режимів. Метод характерних діб. Метод з поданням навантажень числовими характеристиками випадкового процесу. Регресивні методи розрахунку	пз	Розрахунок потужності і теплові режими роботи електропривода
11	2	Комплекс заходів з енергозбереження. Енергетична паспортизація споживачів паливно-енергетичних ресурсів. стимулювання енергозбереження		
13	2	Контроль якості електроенергії. Види контролю якості електричної енергії. Нормально і гранично допустимі значення усталеного відхилення напруги. Нормально і гранично допустимі значення коефіцієнта спотворення синусоїдальності кривої напруги. Нормально і гранично допустимі значення коефіцієнта n-й гармонійної складової напруги. Нормально і гранично допустимі значення коефіцієнта несиметрії напруг за зворотною	пз	Економія електроенергії технологічними установками і механізмами

		послідовністю. Нормально і гранично допустимі значення коефіцієнта несиметрії напруг за нульовою послідовності. Гранично допустиме значення провалу напруги. Форми представлення результатів контролю.		
15	2	Тривалість і періодичність контролю ПЯЕ. Вибір пунктів контролю показників якості електроенергії. Прилади контролю якості електричної енергії. Вплив показників якості електроенергії на роботу електроспоживачів. Взаємини споживачів і енергопостачальних організацій в області забезпечення показників якості електричної енергії. Управління якістю електричної енергії		

Б. План виконання самостійних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Підготовка до лекцій.	15
2	Підготовка до практичних занять.	15
	Підготовка до лабораторних занять.	15
3	Виконання розрахунково графічної роботи	-
	Разом	45

Інформаційні матеріали

Основна

1. Полтавський І.П. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Вивчення комплекту витратоміра пари в котельній» Х. – УкрДАЗТ. – 1996. – 19 с.
2. Полтавський І.П. Методичні вказівки до лабораторної роботи «Вивчення роботи ємкісного сигналізатора рівня МЕСР-2» Х. – УкрДАЗТ. – 1998. – 14 с.
3. Полтавський І.П., Бондар Є.М. Журнал лабораторних робіт з дисципліни «Метрологія , стандартизація і теплотехнічні вимірювання» для студентів спеціальності «Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання. Х. – УкрДАЗТ. – 63 с.
4. Закон України «Про енергозбереження»
5. ДСТУ 3051 - 95 (ГОСТ 30166 - 95). Ресурсозбереження. Основні положення. Чинний від 01.01.1997. - К.: Держстандарт України, 1996. -8с.
6. ДСТУ 3052 - 95 (ГОСТ 30167 - 95). Ресурсозбереження. Порядок встановлення показників ресурсозбереження у документації на продукцію. Чинний від 01.01.1997. - К.: Держстандарт України, 1996. - 31 с.

7. ДСТУ 2275-93. Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії. Чинний від 01.01.1995. К.: Держстандарт України, 1993. - 32 с.
8. ДСТУ 2339-94. Енергозбереження. Основні положення. Чинний від 01.01.1996. К.: Держстандарт України, 1994. - 18 с.
9. ДСТУ 2420-94. Енергозбереження. Терміни та визначення. Чинний від 01.01.1996. К.: Держстандарт України, 1994.-21 с.
10. ДСТУ 2155-93. Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів з енергозбереження. Чинний від 01.01.95. Держстандарт України, 1993. – 20 с.
11. ДСТУ 3886-99. Енергозбереження. Системи електроприводу. Метод аналізу та вибору. Чинний від 01.07.2000. К.: Держстандарт України, 2000. - 54 с.
12. Фурсанов М.И. Методология и практика расчетов потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем.- Мн.: Тэхналогія, 2000.- 247 с.
13. Веников В.А. и др. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: Учебник для вузов /В.А. Веников, В.Г. Журавлев, Т.А. Филипова.- М.: Энергоатомиздат, 1990.- 352 с., ил.
14. Железко Ю.С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов.- М.:Энергоатомиздат, 1989.- 176 с.

Допоміжна

1. Галузеві комунальні норми ГКН 02.07.005 – 2001. Витрати електроенергії трамвайними вагонами та тролейбусами. Нормативи. Методи розрахунку // Г.П. Щербина, Л.В. Збарський, Е.І. Карпушин, В.Б.
2. Будниченко, В.Х. Далека, В.В. Кривуля. Чинний від від 01.01.2001.- К: Держбуд України, 2001.- 23с.
3. Галузеві комунальні норми ГКН 02.05.009 – 01. Безпека дорожнього руху на міському електротранспорті. Організація оперативного контролю за безпекою руху // В.В. Вірченко, В.Х. Далека, Е.І. Карпушин, В.А. Менжерес. Чинний від 01.01.2002. – К: Держбуд України, 2001.-27с.
4. Галузеві комунальні норми ГКН 02.05.010 – 01. Безпека дорожнього руху на міському електротранспорті. Організація проведення виробничих інструктажів та навчання водіїв трамвайних вогонів і тролейбусів // В.В. Вірченко, В.Х. Далека, Е.І. Карпушин, В.А. Менжерес. Чинний від
5. 01.01.2003. – К: Держбуд України, 2002.-33с.

Інформаційні ресурси в інтернеті

1. https://books.google.com.ua/books?id=R949DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=isbn:5040902972&hl=ru&sa=X&ved=0ahUKEwid2_PM5u3dAhXIFywKHS61Ad4Q6AEIJzAA#v=onepage&q&f=falsehttps://ru.wikipedia.org/wiki/Возобновляемая_энергия
2. https://books.google.com.ua/books?id=f7VXDwAAQBAJ&pg=PA159&lpg=PA159&dq=енергосбережение+в+электрических+системах&source=bl&ots=7Zb8yQZxEa&sig=y_nSzxLzLJ_AN94Kp6ihGP6gYfE&hl=ru&sa=X&ved=2ahUKEwiXoa-05u3dAhWhhKYKHXRvDDoQ6AEwBnoECAMQAQ#v=onepage&q=енергосбережение%20в%20электрических%20системах&f=false
3. https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_65369.pdf
4. <http://www.energsovet.ru/stenergo.php?idd=155>
5. <http://ms.enjournal.net/nashi-knigi/energoberezhnie-v-zhkk/>

Правила оцінювання

Методи контролю: Усне опитування, поточний контроль, модульний контроль (тести), підсумкове тестування, іспит. При оцінюванні результатів навчання керуватися Положенням про контроль та оцінювання якості знань студентів в УкрДУЗТ (<http://kart.edu.ua/images/stories/akademiya/documentu-vnz/polojennya-12-2015.pdf>).

Згідно з Положенням про впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу використовується 100-бальна шкала оцінювання.

Принцип формування оцінки за модуль у складі залікових кредитів за 100-бальною шкалою наведено далі. Максимальна кількість балів, яку може набрати студент за різними видами навчального навантаження:

Відвідування лекцій:

Бали за цю складову нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більш 50% лекційних занять у модулі без поважних причин. За відвідування кожної лекції нараховується бали. **Максимальна сума становить 40 балів.**

Практичні заняття:

Оцінюються за відвідуваннями (до 5 балів), ступенем залученості (до 5 балів) та виконання практичних задач (до 10 балів). Ступінь залученості визначається участю у роботі в аудиторії. **Максимальна сума становить 20 балів.**

Модульне тестування:

Оцінюються за вірними відповідями на тестові модульні питання (15 питань в тесті, кожна вірна відповідь оцінюється в 2,67 бали). **Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.**

Залік:

- Студент отримує оцінку за залік за результатами модульного 1-го та 2-го контролю шляхом накопичення балів. Максимальна кількість балів, яку може отримати студент становить 100 (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів тестування). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає заліковий бал. Якщо студент не погоджується із запропонованими балами він може підвищити їх на заліку, відповівши на питання білету.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до державної шкали (5, 4, 3,) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
ВІДМІННО – 5	<u>Відмінно</u> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	<u>Дуже добре</u> – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	<u>Добре</u> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
	<u>Задовільно</u> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D

ЗАДОВІЛЬНО - 3	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	Незадовільно – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	Незадовільно - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

Вразі, якщо студент пропустив заняття з будь яких причин, у нього є можливість для отримання додаткових балів. Це можна зробити за рахунок виконати презентації на тему, яку було пропущено.

Очікувані результати навчання

Після вивчення дисципліни «Енергозбереження в електричних системах» студент повинен знати: основні чинники, що впливають на витрату ресурсів; методи аналізу норм витрат енергоносіїв і напрямках енергозбереження на залізничному транспорті; шляхи реалізації енергозбереження; основи управління енергетикою підприємства.

Самостійно аналізувати залежності споживаних ресурсів для основних технологічних процесів; обирати оптимальні методи енергозбереження; скласти енергетичний баланс підприємства.

Кодекс академічної доброчесності

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням:

<http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи студенти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

Інтеграція студентів із обмеженими можливостями

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>